



0300491

(2)

00727 U.S. PTO  
10/754716

011204

# BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

### COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 29 DEC. 2003

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint Petersburg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
www.inpi.fr

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**OLIFF & BERRIDGE, PLC**  
P.O. BOX 19928  
ALEXANDRIA, VA 22320  
(703) 836-6400  
APPLICANT: Francois BARILLOT et al.  
APPLICATION NO.: New U.S. Application  
FILED: January 12, 2004  
FOR: PIEZOACTIVE ACTUATOR WITH DAMPENED  
AMPLIFIED MOVEMENT  
ATTORNEY DOCKET NO.: 118310

<p><b>REMISE DES PIÈCES</b></p> <p>DATE <b>17 JAN 2003</b></p> <p>LIEU <b>38 INPI GRENOBLE</b></p> <p>N° D'ENREGISTREMENT <b>0300491</b></p> <p>NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI</p> <p>DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE <b>17 JAN. 2003</b></p> <p>PAR L'INPI</p>		<p><b>1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE</p> <p><b>Cabinet Hecké</b> <b>World Trade Center - Europole</b> <b>5, place Robert Schuman</b> <b>BP 1537</b> <b>38025 Grenoble Cedex 1</b></p>	
<p><b>Vos références pour ce dossier</b> <b>PA1676FR</b> (facultatif)</p>			
<p><b>Confirmation d'un dépôt par télécopie</b></p> <p><input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie</p>			
<p><b>2 NATURE DE LA DEMANDE</b></p> <p>Demande de brevet <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Demande de certificat d'utilité <input type="checkbox"/></p> <p>Demande divisionnaire <input type="checkbox"/></p> <p><i>Demande de brevet initiale</i> N° _____ Date _____</p> <p><i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i> N° _____ Date _____</p> <p>Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i> <input type="checkbox"/> N° _____ Date _____</p>		<p><b>Cochez l'une des 4 cases suivantes</b></p>	
<p><b>3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)</b> <b>Actionneur piézoactif à déplacement amplifié amorti</b></p>			
<p><b>4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ</b> <b>OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE</b> <b>LA DATE DE DÉPÔT D'UNE</b> <b>DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</b></p>		<p>Pays ou organisation _____ N° _____</p> <p>Date _____</p> <p>Pays ou organisation _____ N° _____</p> <p>Date _____</p> <p>Pays ou organisation _____ N° _____</p> <p>Date _____</p> <p><input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»</p>	
<p><b>5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Personne morale <input type="checkbox"/> Personne physique</p>			
<p>Nom ou dénomination sociale</p> <p>Prénoms</p> <p>Forme juridique</p> <p>N° SIREN</p> <p>Code APE-NAF</p>		<p><b>Cedrat Technologies</b></p> <p><b>SA</b></p> <p><b>310 416 334</b></p>	
<p>Domicile ou siège</p> <p>Rue</p> <p>Code postal et ville</p> <p>Pays</p>		<p><b>10, chemin de Pré Carré ZIRST</b></p> <p><b>38246 Meylan</b></p>	
<p>Nationalité</p> <p>N° de téléphone (facultatif)</p> <p>Adresse électronique (facultatif)</p>		<p>N° de télécopie (facultatif)</p>	
<p><input type="checkbox"/> S'il y a plus d'un demandeur, c chez la case et utilisez l'imprimé «Suite»</p>			

REMISE DES PIÈCES

DATE **17 JAN 2003**

LIEU **38 INPI GRENOBLE**

N° D'ENREGISTREMENT **0300491**

NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

PA1676FR

DB 540 W / 210502

<b>6 MANDATAIRE (s'il y a lieu)</b>	
Nom	Hecké Jouvray
Prénom	Gérard Marie-Andrée
Cabinet ou Société	Cabinet Hecké (S.A.)
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel	
Adresse	Rue World Trade Center - Europole 5, place Robert Schuman - BP 1537
	Code postal et ville 38025 Grenoble Cedex
	Pays France
N° de téléphone (facultatif)	04 76 84 95 45
N° de télécopie (facultatif)	04 76 84 95 48
Adresse électronique (facultatif)	hecke@dial.oleane.com
<b>7 INVENTEUR (S)</b>	
Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques	
Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes	<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b>	
Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)	
Établissement immédiat ou établissement différé	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)	Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre d'pôt <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non
<b>9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>	
Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence): AG	
<b>10 SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS</b>	
<input type="checkbox"/> Cochez la case si la description contient une liste de séquences	
Le support électronique de données est joint	<input type="checkbox"/>
La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe	<input type="checkbox"/>
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes	
<b>11 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)</b>	
Gérard Hecké CPI 95-1201	
Marie-Andrée Jouvray CPI 01-0410	
<b>VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI</b>	
D.R.C.R.	

## Actionneur piézoactif à déplacement amplifié amorti

### Domaine technique de l'invention

5

L'invention concerne un actionneur piézoactif à déplacement amplifié comprenant :

10

- un premier sous-ensemble constitué par un amplificateur mécanique de déplacement agencé selon une coquille à au moins deux branches en matériau élastique déformable, ayant un grand axe et un petit axe s'étendant perpendiculairement l'un par rapport à l'autre,
- un deuxième sous-ensemble équipé d'éléments piézoactifs linéaires montés à l'intérieur de la coquille dans la direction du grand axe et excités électriquement par un circuit d'alimentation pour produire une

15

déformation longitudinale du grand axe et induire une déformation du petit axe destinée à générer un déplacement dont la composante le long du petit axe est amplifiée.

20

### État de la technique

25

Un actionneur piézoactif à déplacement amplifié a été proposé dans le document FR 2740276. Dans cet actionneur, une coquille est utilisée pour assurer une précontrainte mécanique des éléments piézoactifs. Cet actionneur est capable de fournir deux degrés de liberté.

Les actionneurs piézoélectriques amplifiés peuvent poser le problème d'une tenue insuffisante aux efforts extérieurs. En effet, les actionneurs piézoélectriques amplifiés montrent parfois des facteurs de qualité importants :

ceux-ci peuvent limiter la tenue des actionneurs sous des sollicitations d'efforts extérieurs. Il peut donc être utile de réduire le facteur de qualité. C'est aussi le cas dans les applications transitoires. Par exemple avec une excitation électrique en échelon, le déplacement de l'actionneur se stabilise avec d'autant moins d'oscillations que le facteur de qualité est bas. Dans les applications visant à utiliser l'actionneur pour de l'amortissement ou du contrôle de vibration de structure, il est également intéressant de disposer d'un actionneur à faible facteur de qualité.

10 Par ailleurs, dans le cas d'une coquille à fort rapport d'amplification, le niveau de précontrainte appliqué aux éléments piézoactifs ne doit pas dépasser la limite élastique du matériau de la coquille. Il est possible d'ajouter un dispositif auxiliaire de précontrainte sur la coquille pour augmenter les performances.

15 Plusieurs dispositifs de précontrainte de composants piézoélectriques sont connus de l'homme de l'art. Ils sont pour la plupart appliqués aux actionneurs piézoactifs directs. Par exemple, le brevet DE 19650900 propose un ressort formé d'un fil d'acier présentant plusieurs convolutions et placé en parallèle avec le composant piézoélectrique. Il propose aussi un soufflet à symétrie de révolution présentant des convolutions, à l'intérieur duquel est placé le composant piézoélectrique. La raideur du ressort ou du soufflet, ainsi que les ajustements de la coquille, permettent d'appliquer une précontrainte aux composants piézoélectriques.

25 Un actionneur piézoactif direct précontraint par l'intermédiaire de l'un des moyens précédents et placés à l'intérieur de l'amplificateur mécanique présente deux inconvénients :

- la liaison mécanique entre l'actionneur piézoactif direct précontraint et l'amplificateur mécanique doit supporter un effort de traction important égal à l'effort de précontrainte et conduit à une liaison encombrante,
- cette solution est difficilement compatible avec la possibilité de piloter le degré de liberté en translation de l'actionneur piézoactif amplifié.

5

Des actionneurs piézoélectriques amplifiés, dans lesquels la précontrainte du composant piézoélectrique est assurée par un dispositif auxiliaire, existent déjà. Par exemple, le document DE19625921 décrit un actionneur électrostrictif amplifié, dans lequel la précontrainte est assurée par un ressort agissant sur le petit axe de l'amplificateur. Lorsque l'amplificateur possède un ratio d'amplification élevé, celui-ci ne peut pas transmettre l'effort de précontrainte à l'élément piézoactif avec une bonne efficacité.

10

15

Un actionneur piézoélectrique amplifié, dans lequel la précontrainte de l'élément piézoactif est effectuée avec un câble réalisé dans un matériau à mémoire de forme, est également connu (commercialisé par Dynamic Structure Materials®). Cependant, les attaches de câble sont difficiles à maîtriser, surtout dans les petites dimensions.

20

La présence de ces moyens supplémentaires doit de plus tenir compte du pilotage à plusieurs degrés de liberté de l'actionneur.

25

### **Objet de l'invention**

L'invention a pour but de remédier à ces inconvénients et, plus particulièrement, d'améliorer la tenue d'un actionneur piezoactif aux efforts extérieurs.

Selon l'invention, ce but est atteint par le fait que l'actionneur piézoactif à déplacement amplifié comporte au moins une zone en matériau élastomère destinée à amortir des déformations de l'actionneur et à augmenter la capacité de l'actionneur à supporter des efforts extérieurs.

5

Selon un développement de l'invention, l'actionneur piézoactif comporte un dispositif de précontrainte supplémentaire disposé en parallèle du grand axe de l'actionneur de manière à augmenter la capacité de l'actionneur à supporter des efforts extérieurs.

10

Selon un développement de l'invention, l'actionneur piézoactif comporte un dispositif mécanique agissant au centre de l'actionneur en autorisant un mouvement du centre de l'actionneur dans la direction normale à l'actionneur et empêchant un mouvement dans la direction tangentielle à l'actionneur, de façon à permettre deux degrés de liberté.

15

Selon une autre caractéristique de l'invention, un actionneur comporte trois actionneurs piézoactifs agencés de manière à former un mécanisme isostatique à 6 degrés de liberté.

20

Selon une autre caractéristique de l'invention, un actionneur comporte quatre actionneurs piézoactifs agencés de manière à former un mécanisme à deux degrés de liberté de rotation et un degré de liberté de translation.

25

Selon un mode de réalisation préférentiel, l'actionneur comportant quatre actionneurs piézoactifs comporte des pivots de flexion, qui sont encollés dans les actionneurs de manière à éviter l'hyperstaticité de l'actionneur.



Selon un mode de réalisation préférentiel, les actionneurs piézoactifs sont connectés à un plateau mobile par l'intermédiaire de vis à ressort de manière à éviter l'hyperstaticité de l'actionneur.

5

### Description sommaire des dessins

D'autres avantages et caractéristiques ressortiront plus clairement de la description qui va suivre de modes particuliers de réalisation de l'invention  
10 donnés à titre d'exemples non limitatifs et représentés aux dessins annexés, dans lesquels :

La figure 1 présente un actionneur piézoactif amplifié selon l'art antérieur, décrit dans le document FR 2740276.

15

La figure 2 présente un actionneur piézoactif amplifié à deux degrés de liberté selon l'art antérieur, décrit dans le document FR 2740276.

La figure 3 représente un actionneur piézoactif amplifié selon l'invention, dans lequel la coquille est remplie d'un matériau élastomère.

La figure 4 représente un actionneur piézoactif amplifié, dans lequel les embouts de la coquille sont remplis d'un matériau élastomère.

20

La figure 5 représente un actionneur piézoactifs amplifié, dans lequel deux pièces de matériau élastomère sont agencées à l'intérieur de la coquille amplificatrice suivant son petit axe.

La figure 6 représente un actionneur piézoactif amplifié comportant un dispositif additionnel de précontrainte.

25

La figure 7 représente un actionneur piézoélectrique amplifié permettant de fournir deux degrés de liberté.

La figure 8 représente un actionneur piézoélectrique amplifié fournissant deux degrés de liberté et comportant un système additionnel de précharge parallèle.



La figure 9 représente une vue en perspective d'un actionneur de positionnement fournissant six degrés de liberté, à l'aide de trois actionneurs piézoélectriques amplifiés à deux degrés de liberté.

5 La figure 10 représente une vue en perspective d'un actionneur de positionnement fournissant trois degrés de liberté, à l'aide de quatre actionneurs piézoélectriques amplifiés, dans lequel les pivots de flexion sont encollés dans les actionneurs.

10 La figure 11 est une vue en perspective d'un actionneur de positionnement fournissant trois degrés de liberté, à l'aide de quatre actionneurs piézoélectriques amplifiés, dans lequel les actionneurs sont connectés à une plate forme mobile à l'aide de vis à ressort.

La figure 12 représente une platine XY (de type « push-pull ») amortie à base de 4 actionneurs fournissant deux degrés de liberté.

15 La figure 13 représente une application d'amortissement de structure relative à un actionneur amorti utilisé en combinaison avec une masse d'inertie.

### **Description de modes particuliers de réalisation.**

20 En référence à la figure 1, l'actionneur piézoactif 10 comporte un premier sous-ensemble 12 formé par un amplificateur mécanique 14 de déplacement agencé selon une coquille à deux branches  $n1$  et  $n2$ , chaque branche étant approximativement semi-elliptique, par exemple en anse de panier symétrique. L'amplificateur mécanique 14 est constitué d'un ou plusieurs matériaux  
25 élastiques déformables, par exemple de l'alliage d'acier, d'aluminium ou de titane ou un matériau composite, et est dépourvu de zones d'amincissement.

La coquille elliptique de l'amplificateur mécanique 14 possède un grand axe 16 s'étendant dans la direction x, et un petit axe 17 perpendiculaire au grand axe 16, et s'étendant dans la direction z.

5 Le second sous-ensemble 18 inclut des éléments piézoactifs 20, 20a et éventuellement un dispositif de rattrapage de jeu 22, agencés conjointement à l'intérieur de l'amplificateur mécanique 14.

10 Les éléments piézoactifs 20, 20a sont formés par des bâtonnets rectilignes alignés selon le grand axe 16 à l'intérieur de la coquille, et susceptibles d'être soumis à un changement de longueur par application d'une excitation électrique. Ils sont à base de matériaux piézoélectriques, magnétostrictifs ou électrostrictifs.

15 Les deux sous-ensembles 12, 18 sont connectés à des points de jonction A et A' opposés, la longueur du second sous-ensemble 18 étant éventuellement ajustée à l'encombrement disponible grâce au dispositif de rattrapage de jeu 22 intervenant lors du montage de l'actionneur 10.

20 Dans l'exemple de la figure 1, le dispositif de rattrapage de jeu 22 est situé dans la zone centrale entre les deux éléments piézoactifs 20, 20a.

La figure 2 représente le mode de fonctionnement de l'actionneur de la figure 1, avec un mouvement à deux degrés de liberté. Le système est fixé au centre en B, à partir d'un organe du dispositif de rattrapage de jeu 22.

25 L'excitation électrique des deux éléments piézoactifs 20, 20a s'effectue au moyen d'un circuit d'alimentation 25 à deux voies indépendantes, chaque voie étant apte à appliquer un signal de tension V1, V2 pour commander les éléments piézoactifs 20, 20a. La direction de déplacement du point C de la coquille de l'amplificateur 14 dépend de la nature des signaux de tension



appliquée aux bâtonnets, par exemple suite au réglage de la phase, ou de l'amplitude.

Pour réduire le facteur de qualité parfois important des actionneurs piézoélectriques amplifiés, il peut être intéressant d'utiliser un matériau amortissant en combinaison avec le mécanisme d'amplification. On peut par exemple utiliser un matériau élastomère ou polymère, présentant un comportement viscoélastique, c'est-à-dire un matériau présentant à la fois un module de Young faible et un facteur d'amortissement élevé. L'actionneur piézoactif selon l'invention comporte au moins une zone en matériau élastomère destinée à amortir des déformations de l'actionneur et les déplacements de la structure ou la charge associée, à améliorer sa réponse transitoire et à augmenter la capacité de l'actionneur à supporter des efforts extérieurs.

La figure 3 représente un actionneur, dont la coquille 31 est complètement remplie par un matériau polymère 32. Il en résulte un actionneur présentant un facteur de qualité de cinq environ, qui est donc capable de supporter des sollicitations de niveau élevé à des fréquences au voisinage de la fréquence de résonance de l'actionneur.

Un résultat similaire peut être obtenu avec un remplissage partiel (ou un surmoulage) au niveau des embouts 33 de la coquille 31, notamment parce que cette zone de la coquille se déforme notablement. La figure 4 représente un actionneur dans lequel une zone de matériau polymère 33 remplit l'espace entre les éléments piézoactifs 20 et 20a et les branches n1 et n2 de la coquille, aux embouts 33 de la coquille 31.

Une méthode alternative consiste à placer deux pièces 34 de matériau élastomère ou bien polymère, suivant le petit axe 17 de la coquille 31,

représenté sur la figure 5. Dans ce cas, l'actionneur piézoélectrique amplifié en fonctionnement comprime le matériau amortissant.

5 D'autres méthodes consistent à placer le matériau amortissant entre la structure sur laquelle est fixé l'actionneur et la coquille de l'actionneur ou entre les coquilles de deux actionneurs voisins dans un même mécanisme.

10 On peut également, pour augmenter la capacité de l'actionneur à supporter des efforts extérieurs plus élevés, augmenter la précharge des composants piézoélectriques. Cette précharge est normalement assurée par la coquille de l'actionneur, mais sa valeur est limitée en pratique par la limite élastique du matériau de la coquille. Il peut donc être intéressant d'ajouter un dispositif 35 de précontrainte supplémentaire disposé en parallèle du grand axe 16 de l'actionneur de manière à augmenter la capacité de l'actionneur à supporter des efforts extérieurs. La figure 6 représente un actionneur avec un dispositif 35 de précontrainte supplémentaire. Pour utiliser un tel système, l'utilisation d'une coquille extrudée est particulièrement utile. Ainsi, deux ressorts lampion peuvent être connectés à la coquille suivant son grand axe pour augmenter la précontrainte sur les composants piézoactifs.

20

Les améliorations citées précédemment restent compatibles avec la capacité pour un actionneur piézoactif amplifié à générer un second degré de liberté suivant la direction du grand axe de la coquille amplificatrice.

25

Ainsi, il est possible de concevoir un actionneur piézoactif amplifié générant deux degrés de liberté. Pour cela, il est important que le centre de l'actionneur soit libre de se mouvoir suivant le petit axe 17 de l'actionneur, mais bloqué suivant la direction de son grand axe. Cette possibilité est compatible avec le système d'amortissement précédemment décrit. Un actionneur fournissant deux



degrés de liberté, comportant un dispositif 36 mécanique agissant au centre 37 de l'actionneur en autorisant un mouvement du centre de l'actionneur dans la direction normale à l'actionneur et empêchant un mouvement dans la direction tangentielle à l'actionneur est représenté à la figure 7. Par exemple, le dispositif

5 mécanique peut comporter deux lames souples disposées parallèlement au grand axe de l'actionneur et liant la base de l'actionneur d'une part, et le centre de l'actionneur d'autre part.

10 Par ailleurs, on constatera que la possibilité pour le centre de l'actionneur de se mouvoir suivant le petit axe 17 de l'actionneur d'une part, et l'interdiction de se mouvoir suivant son grand axe 16, est compatible avec le système de précharge parallèle précédemment décrit. Un actionneur avec un dispositif 35 de

15 précontrainte supplémentaire constitué de ressorts 38 liés au centre 37 de l'actionneur et comportant un dispositif 36 mécanique agissant au centre de l'actionneur, est représenté à la figure 8.

Les améliorations décrites précédemment sont compatibles avec l'agencement de plusieurs actionneurs pour former des mécanismes à plusieurs degrés de

20 libertés. Ainsi, trois actionneurs disposés en tripode peuvent former un actionneur à trois degrés de liberté. En référence à la figure 9, trois actionneurs 10 à deux degrés de libertés disposés en tripode peuvent former un mécanisme 39 à six degrés de liberté. Ces agencements ont l'avantage de former des mécanismes isostatiques, particulièrement intéressants dans le domaine de

25 l'optique. En effet, pour de tels dispositifs, il importe particulièrement de ne pas déformer le miroir. Il est toutefois nécessaire de placer des pivots de découplage entre les actionneurs piézoélectriques amplifiés et le porte miroir.

Les figures 10 et 11 représentent des mécanismes 40 fournissant deux degrés de rotation et un degré de translation à l'aide de quatre actionneurs 10. Le problème de l'hyperstatisme peut alors être résolu de plusieurs façons, qui visent à obtenir quatre liaisons élastiques de même longueur. En référence à la figure 10, dans un premier agencement, la liaison 41 entre le pivot et l'actionneur piézoélectrique amplifié, peut être encollée. Une solution alternative, représentée à la figure 11, consiste à connecter les actionneurs au porte-miroir par l'intermédiaire de vis 42 à ressorts (vis de Prony).

- 10 Les mécanismes des figures 9 à 13 ainsi que tout autre mécanisme peuvent bénéficier de matériaux amortisseurs placés à l'intérieur des actionneurs tels décrits en référence aux figures 3 à 5, mais aussi de matériaux amortisseurs agissant en relation avec la coquille des actionneurs 10. Ce cas est illustré sur la figure 12, où les matériaux amortisseurs 43 sont placés entre la coquille des actionneurs 10 et la charge 46 ou entre deux actionneurs 10 voisins. C'est aussi le cas de la figure 13 qui illustre une application des actionneurs en tant qu'amortisseur de vibration. L'actionneur 10 est fixé entre la structure à amortir 44 et une masse d'inertie 45. Le matériau amortisseur 43 peut être placé à l'extérieur de la coquille, ou à défaut être placé à l'intérieur de la coquille des actionneurs tels décrits en figure 3 à 5.
- 15
- 20

## Revendications

1. Actionneur (10) piézoactif à déplacement amplifié comprenant :
  - 5 - un premier sous-ensemble (12) constitué par un amplificateur mécanique (14) de déplacement agencé selon une coquille à au moins deux branches (n1 et n2) en matériau élastique déformable, ayant un grand axe (16) et un petit axe (17) s'étendant perpendiculairement l'un par rapport à l'autre,
  - 10 - un deuxième sous-ensemble (18) équipé d'éléments piézoactifs (20 et 20a) linéaires montés à l'intérieur de la coquille dans la direction du grand axe (16), et excités électriquement par un circuit d'alimentation (25) pour produire une déformation longitudinale du grand axe (16) et induire une
  - 15 déformation du petit axe (17) destinée à générer un déplacement dont la composante le long du petit axe (17) est amplifiée, actionneur caractérisé en ce qu'il comporte au moins une zone en matériau élastomère (32, 33, 34, 43) destinée à amortir des déformations de l'actionneur et à augmenter la capacité de l'actionneur à supporter des efforts extérieurs.
- 20 2. Actionneur piézoactif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la zone en matériau élastomère (32) remplit entièrement l'espace entre les éléments piézoactifs (20 et 20a) et les branches (n1 et n2) de la coquille.
3. Actionneur piézoactif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la
- 25 zone (33) en matériau élastomère remplit partiellement l'espace entre les éléments piézoactifs (20 et 20a) et les branches (n1 et n2) de la coquille, aux embouts (33) de la coquille.



4. Actionneur piézoactif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la zone (34) en matériau élastomère remplit partiellement l'espace entre les éléments piézoactifs (20 et 20a) et les branches (n1 et n2) de la coquille au centre de la coquille le long du petit axe (17).

5

5. Actionneur piézoactif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la zone (43) en matériau élastomère est disposé à l'extérieur de la coquille en contact avec les branches (n1 et n2) de la coquille et un autre corps (44, 45, 46, 10).

10

6. Actionneur piézoactif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'actionneur comporte un dispositif (35) de précontrainte supplémentaire disposé en parallèle du grand axe (16) de l'actionneur de manière à augmenter la capacité de l'actionneur à supporter des efforts extérieurs.

15

7. Actionneur piézoactif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que ledit actionneur comporte un dispositif (36) mécanique agissant au centre de l'actionneur en autorisant un mouvement du centre (37) de l'actionneur dans la direction normale à l'actionneur et empêchant un mouvement dans la direction tangentielle à l'actionneur, de façon à permettre deux degrés de liberté.

20

8. Actionneur piézoactif selon la revendication 6, caractérisé en ce que le dispositif (35) de précontrainte supplémentaire comporte deux ressorts.

25

9. Actionneur piézoactif selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, caractérisé en ce que le dispositif (35) de précontrainte supplémentaire est également lié au centre (37) de l'actionneur.



- 5      **10.** Actionneur piézoactif selon la revendication 7, caractérisé en ce que le dispositif (36) mécanique comporte deux lames souples disposées parallèlement au grand axe de l'actionneur et liant la base de l'actionneur d'une part, et le centre (37) de l'actionneur d'autre part.
- 10      **11.** Actionneur piézoactif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que trois actionneurs (10) sont agencés de manière à former un mécanisme (39) isostatique à six degrés de liberté.
- 15      **12.** Actionneur piézoactif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que quatre actionneurs (10) sont agencés de manière à former un mécanisme (40) à deux degrés de liberté de rotation et un degré de liberté de translation.
- 20      **13.** Actionneur piézoactif selon la revendication 12, caractérisé en ce que des pivots de flexion (41) sont encollés dans les actionneurs de manière à éviter l'hyperstaticité de l'actionneur.
- 25      **14.** Actionneur piézoactif selon la revendication 12, caractérisé en ce que les actionneurs sont connectés à un plateau mobile par l'intermédiaire de vis (42) à ressort de manière à éviter l'hyperstaticité de l'actionneur.
- 30      **15.** Actionneur piézoactif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5 agencé de manière à amortir des vibrations d'une structure (44) à laquelle il est fixé.

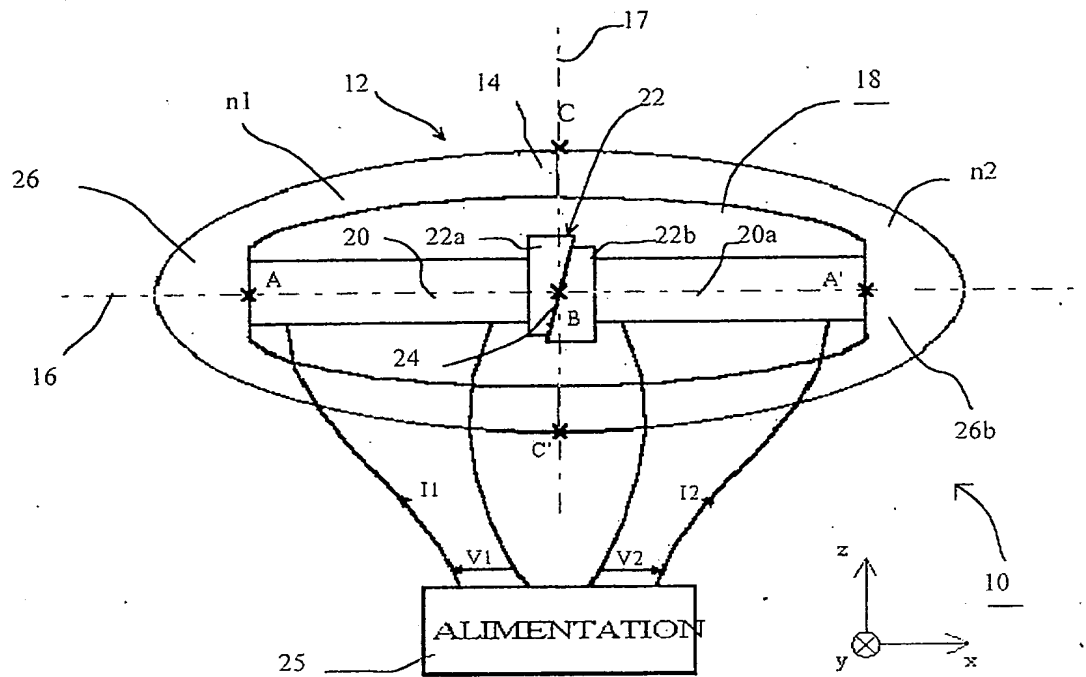


Figure 1 (Art antérieur)

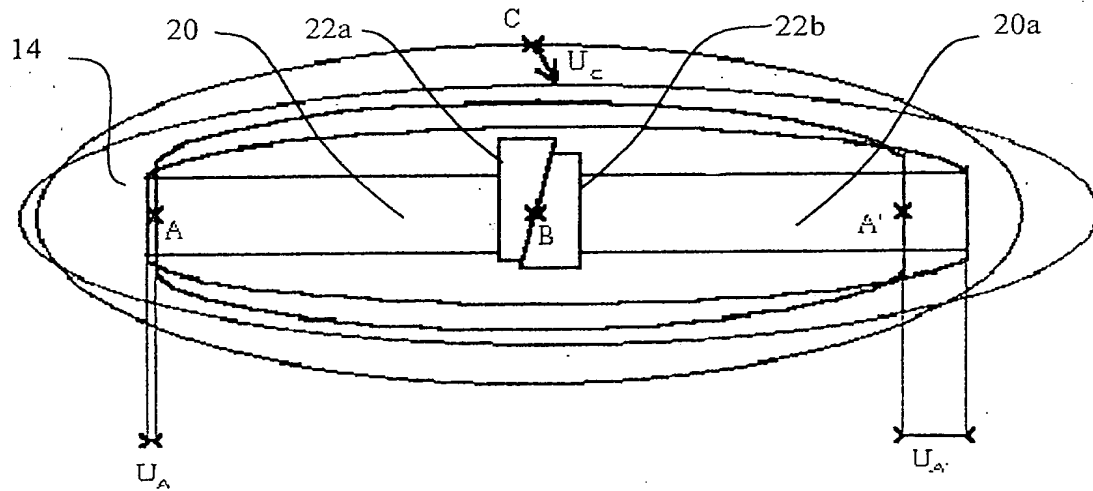


Figure 2 (Art antérieur)

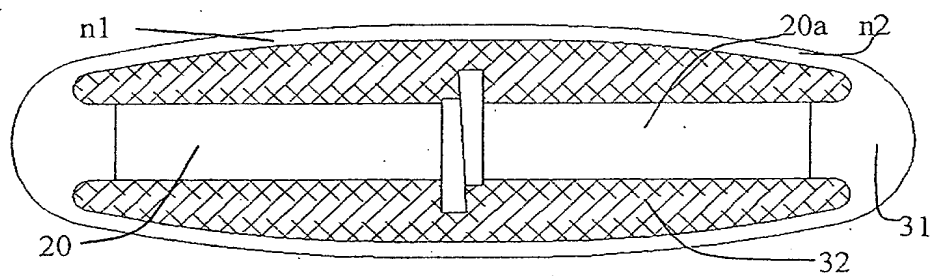


Figure 3

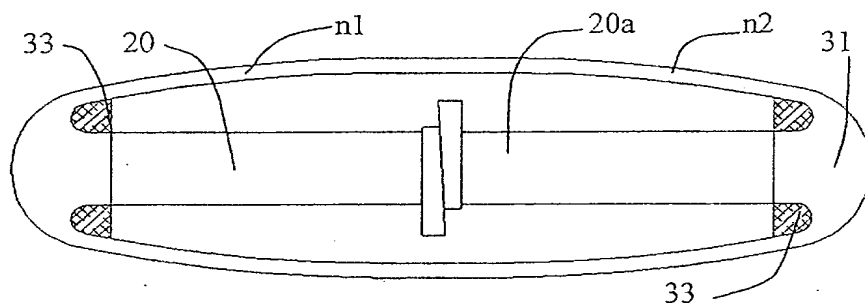


Figure 4

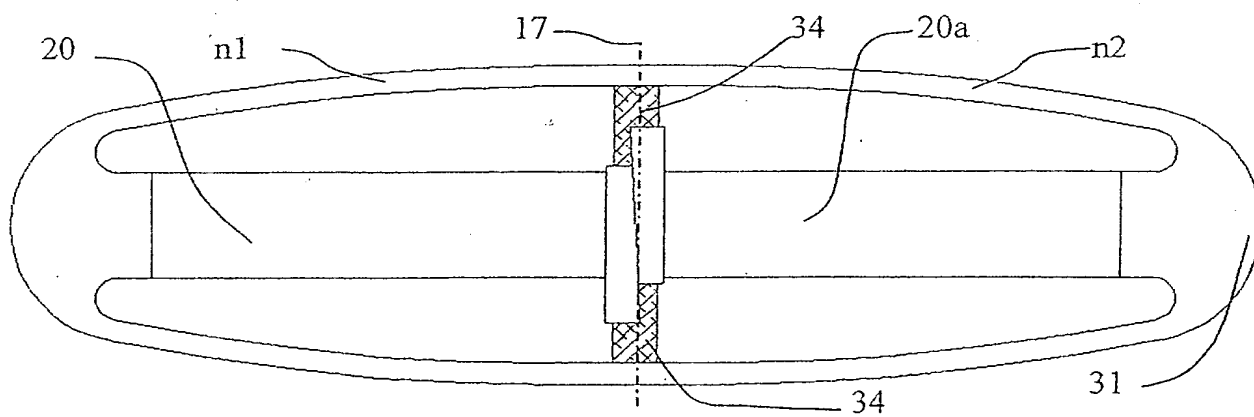


Figure 5

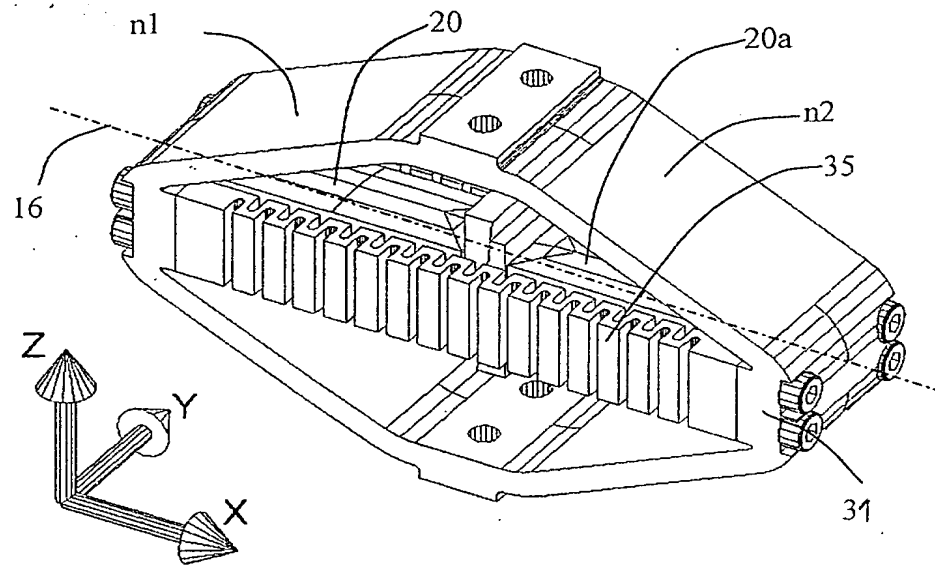


Figure 6

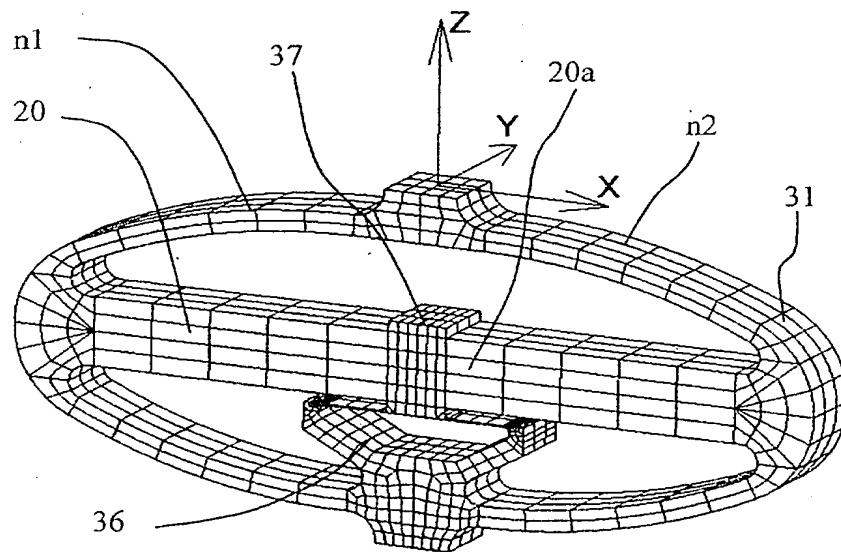


Figure 7

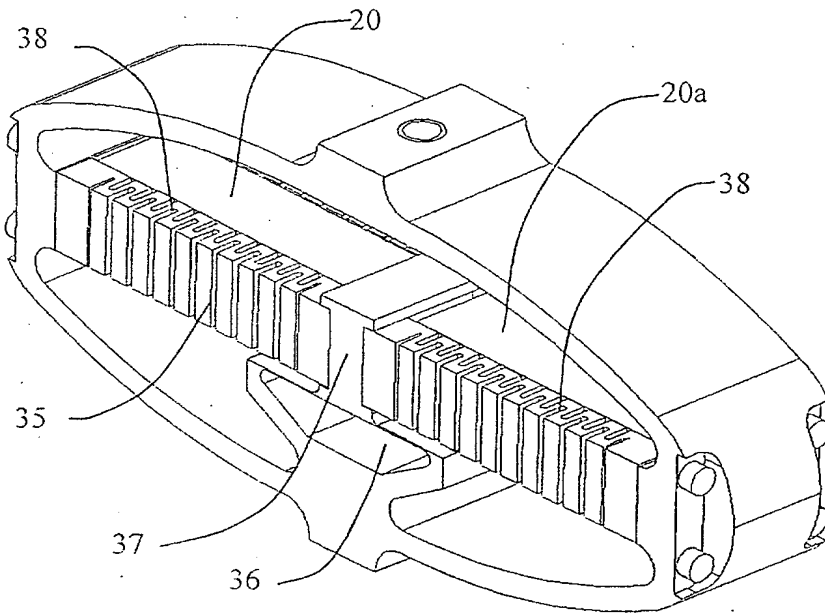


Figure 8

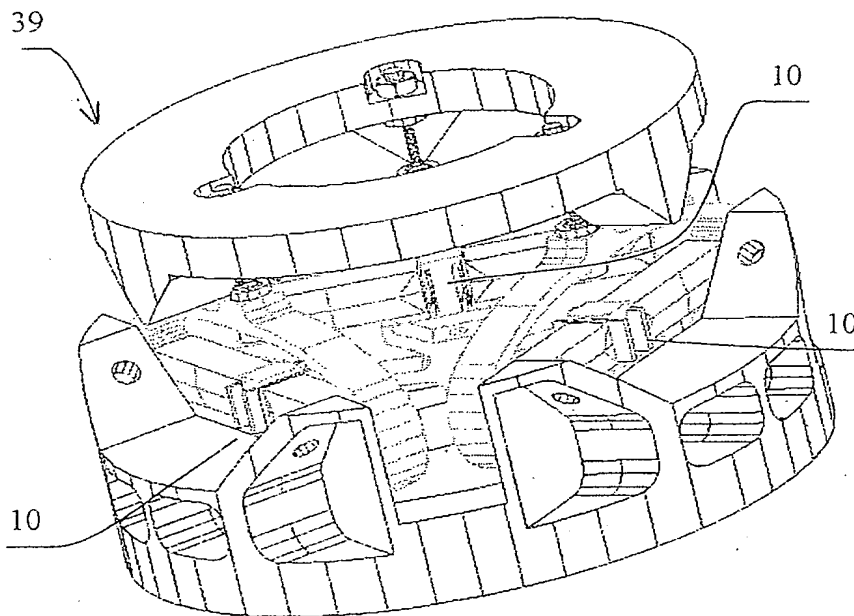


Figure 9

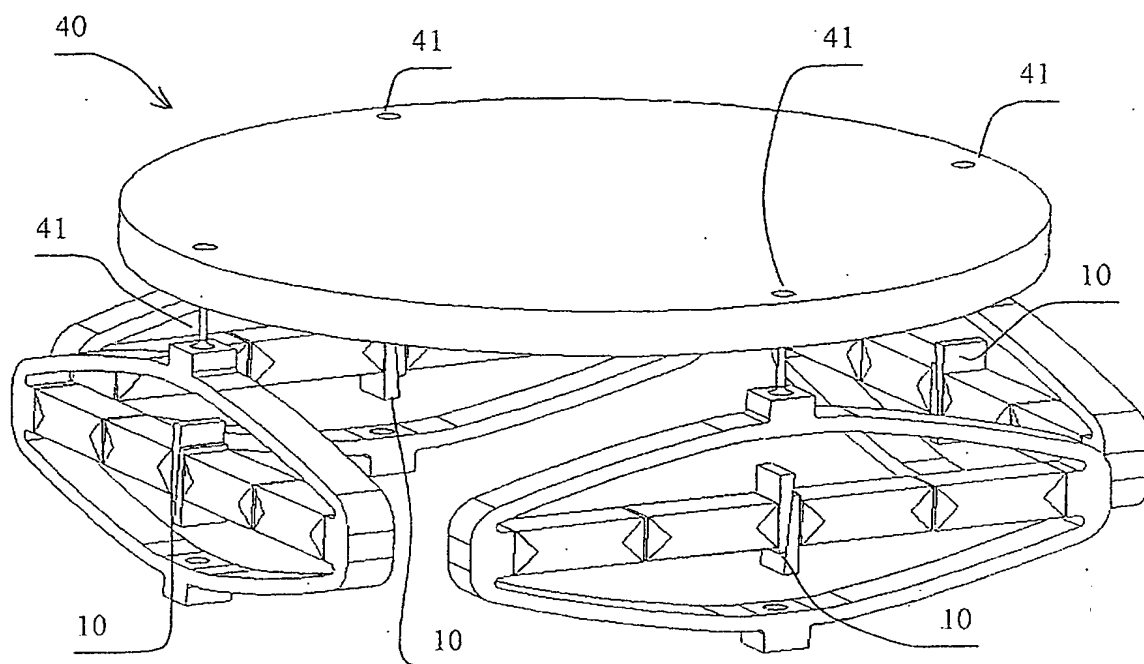


Figure 10

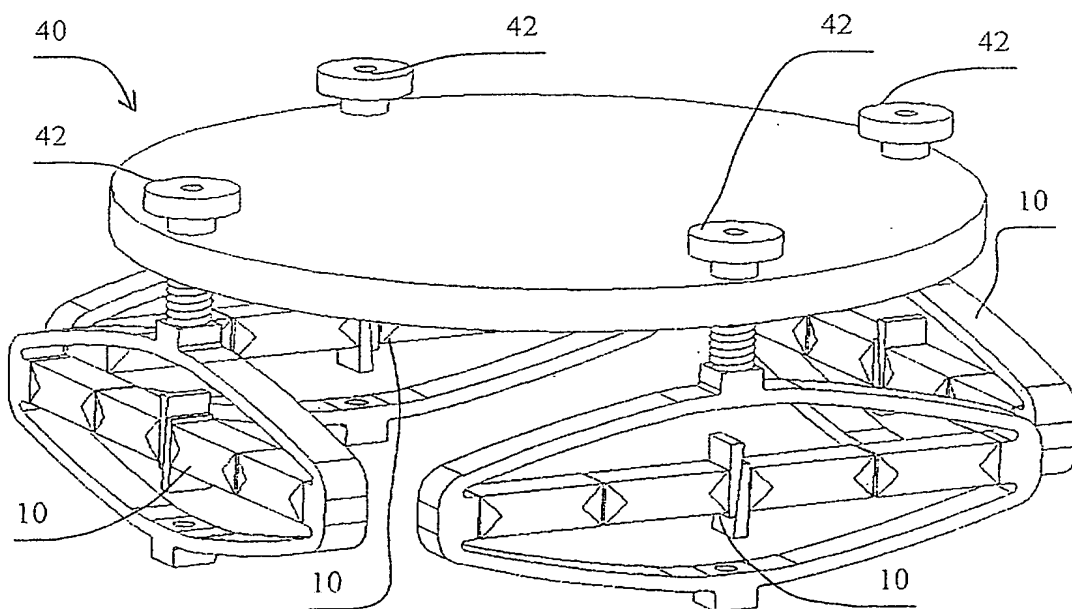


Figure 11

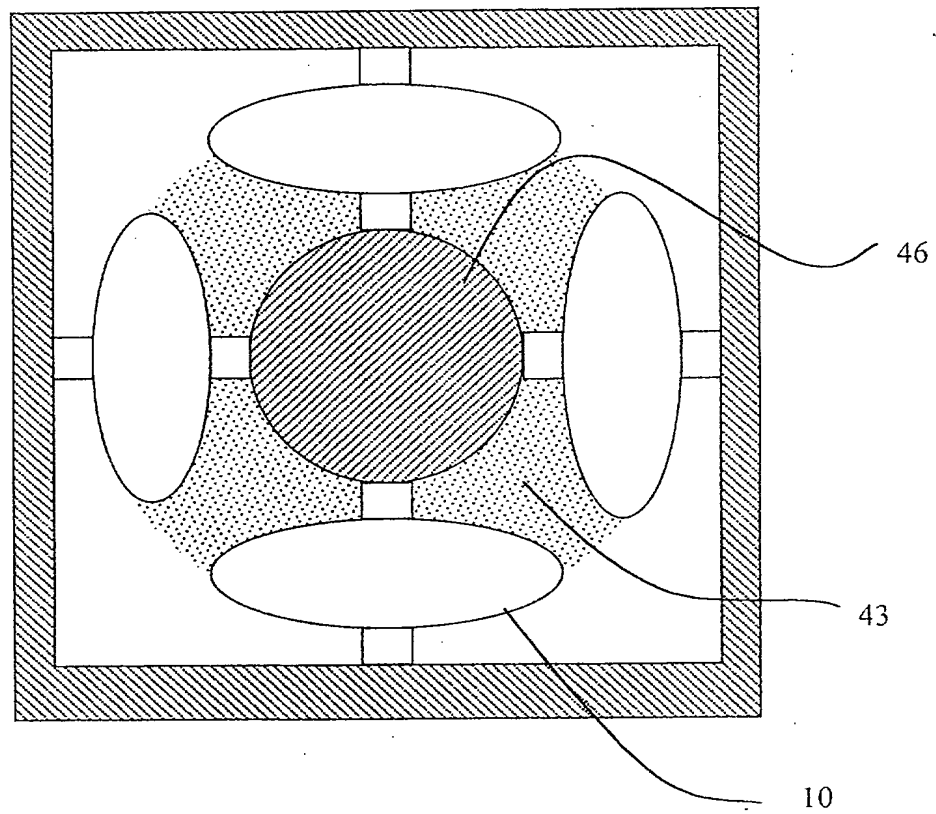


Figure 12

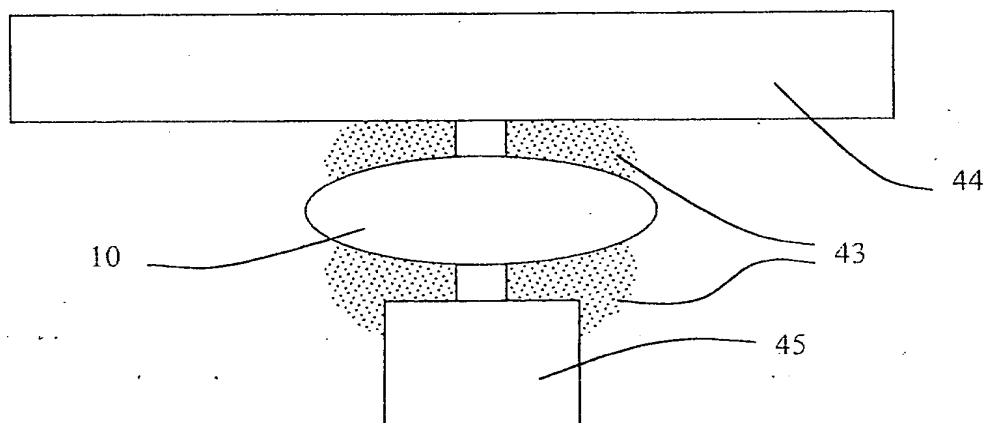


Figure 13



DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg

75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54


**DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S)** Page N° 1/ 1

(À fournir dans le cas où les demandeurs et les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

08 113 0 W / 270601

<b>Vos références pour ce dossier (facultatif)</b>		<b>PA1676ER</b>
<b>N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL</b>		<b>0300491</b>
<b>TITRE DE L'INVENTION</b> (200 caractères ou espaces maximum)		
<b>Actionneur piézoactif à déplacement amplifié amorti</b>		
<b>LE(S) DEMANDEUR(S) :</b>		
<b>Cedrat Technologies</b>		
<b>DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :</b>		
<b>1</b>	<b>Nom</b>	<b>Barillot</b>
	<b>Prénoms</b>	<b>François</b>
<b>Adresse</b>	<b>Rue</b>	<b>147, avenue Jean Perrot</b>
	<b>Code postal et ville</b>	<b>38100 Grenoble</b>
<b>Société d'appartenance (facultatif)</b>		
<b>2</b>	<b>Nom</b>	<b>Claeyssen</b>
	<b>Prénoms</b>	<b>Frank</b>
<b>Adresse</b>	<b>Rue</b>	<b>6, Allée du Marais</b>
	<b>Code postal et ville</b>	<b>38240 Meylan</b>
<b>Société d'appartenance (facultatif)</b>		
<b>3</b>	<b>Nom</b>	<b>Le Letty</b>
	<b>Prénoms</b>	<b>Ronan</b>
<b>Adresse</b>	<b>Rue</b>	<b>5, rue Lachmann</b>
	<b>Code postal et ville</b>	<b>38000 Grenoble</b>
<b>Société d'appartenance (facultatif)</b>		
S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.		
<b>DATE ET SIGNATURE(S)</b> <b>DU (DES) DEMANDEUR(S)</b> <b>OU DU MANDATAIRE</b> <b>(N m et qualité du signataire)</b>		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <b>Gérard Hecké</b>  <b>CPI 95-1201</b> </div> <div>  </div> <div> <b>Marie-Andrée Jouvray</b>  <b>CPI 01-0410</b> </div> </div>		

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**